



**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 56 314.4

**Anmeldetag:** 3. Dezember 2002

**Anmelder/Inhaber:** ZF Lenksysteme GmbH, Schwäbisch Gmünd/DE

**Bezeichnung:** Zahnstangen-Elektrolenkung

**IPC:** B 62 D 5/04

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 9. Dezember 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

Ebert

029a

ZF Lenksysteme GmbH  
Schwäbisch Gmünd

ZFL 5859P/DE  
18.11.2002 LR/EL

### Zahnstangen-Elektrolenkung

Die Erfindung betrifft eine Zahnstangen-Elektrolenkung, insbesondere für Kraftfahrzeuge mit einer in einem Gehäuse verlaufenden Zahnstange die mit einer Druckstück/Ritzel-Paarung in Wirkverbindung steht.

Bei Zahnstangen-Elektrolenkungen arbeitet anstelle eines hydraulischen Systems ein elektrisches System. Es besteht aus einem Elektromotor, einem Getriebe zur Kraftübertragung sowie der Steuerungselektronik und -sensorik. Das Lenkmoment, das der Fahrer ausübt, wird von der Sensorik der Servolenkung ausgewertet und in ein elektrisches Signal umgewandelt, das Elektromotor und Getriebe in ein entsprechendes Servomoment umsetzen und auf die Lenkung übertragen. Bekannte Zahnstangen-Elektrolenkungen sind Lenksäulenantriebe, Ritzelantriebe, Doppelritzelantriebe sowie achsparallele Antriebe.

Bei den bekannten Zahnstangen-Elektrolenkungen wird

die Zahnstange durch ein oder zwei Druckstücke gegen eine entsprechende Anzahl von Ritzel gedrückt, so dass eine gute Verzahnung zwischen dem Ritzel und der Zahnstange entsteht. Im allgemeinen weisen die Zahnstangen-Elektrolenkungen zwei Ritzel bzw. Ritzelverzahnungen auf, wobei ein Ritzel mit der Servoseite, d.h. mit dem Elektromotor in Verbindung steht und das andere Ritzel mit der Sensorseite bzw. der Lenksäule verbunden ist. Die Druckstücke führen dabei die Zahnstange und drücken sie gegen die Ritzelverzahnung.

Von Nachteil ist es, dass es bei der Zahnstangen-Elektrolenkung zu störenden Geräuschen kommen kann. Eine Geräuschquelle ist dabei die Zahnstange und eine weitere Geräuschquelle sind die Druckstücke. Die Geräuschentwicklung ist bei Zahnstangen-Elektrolenkungen die zwei Druckstück/Ritzel-Paarungen aufweisen, aufgrund der Freiheitsgrade an Zahnstange und Druckstücken besonders hoch. Jedoch kommt die störende Geräuschentwicklung auch bei Zahnstangen-Elektrolenkungen vor, die lediglich eine Druckstück/Ritzel-Paarung aufweisen. Eine Ursache der Geräuschentwicklung ist darin zu finden, dass aufgrund der unterschiedlichen Verzahnungskräfte auf Sensor- und Servoseite ein Verkippen der Zahnstange verursacht wird, wodurch insbesondere bei schnellem Wechsellenken ein Klopfen der Lenkung auftritt.

Das Verkippen der Zahnstange führt in nachteilhafter Weise auch zu einem hohen Verschleiß der Ritzelverzahnung.

Unabhängig bzw. zusätzlich zu der Geräuschentwicklung

durch die Zahnstange entstehen unerwünschte Geräusche auch dadurch, dass die Druckstücke, die in einem Gehäuseteil eingebettet sind, zum Kippen neigen.

Die bekannten Druckstücke sind aus Aluminium oder allgemein aus Metall gefertigt und weisen an ihrer konkaven Anlagefläche zu der Zahnstange eine Gleitfolie auf. Zwischen dem Druckstück und dem umgebenden Gehäuseteil ist im allgemeinen ein O-Ring angeordnet, der das Eindringen von Staub verhindern soll.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Zahnstangen-Elektrolenkung zu schaffen, die die vorstehend genannten Nachteile löst, insbesondere in einfacher und kostengünstiger Weise das Auftreten von störenden Geräuschen unterbindet und den Verschleiß der Ritzelverzahnungen minimiert.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch den kennzeichnenden Teil von Anspruch 1 gelöst.

Dadurch, dass zwischen der Zahnstange und dem Gehäuse ein Lager zur Führung der Zahnstange vorgesehen ist, müssen die Druckstücke nur noch die Verzahnungskräfte aufnehmen. Störende Geräusche durch ein Verkippen der Zahnstange werden dadurch unterbunden. Somit wird selbst bei schnellem Wechsellenken ein Klopfen der Lenkung vermieden.

Durch das Lager zwischen der Zahnstange und dem Gehäuse wird in besonders vorteilhafter Weise auch der Verschleiß der Ritzelverzahnung minimiert. Bei den aus dem Stand der Technik bekannten Lösungen hat das Ver-

kippen der Zahnstange zu einem hohen Verschleiß geführt, der nunmehr, da ein Verkippen der Zahnstange durch das Lager verhindert wird, minimiert wird.

Der Einsatz eines Lagers zwischen der Zahnstange und dem die Zahnstange umgebenden Gehäuse eignet sich in besonders vorteilhafter Weise für Elektro-Zahnstangenlenkungen mit zwei Ritzeln, die unter dem Druck von jeweils einem zugeordneten Druckstück in die Zahnstange eingreifen. Dabei steht ein Ritzel mit der Servoseite des Elektromotors und ein Ritzel mit der Sensorseite bzw. Lenksäule in Wirkverbindung. Unabhängig davon, dass die erfindungsgemäße Lösung hierfür besonders geeignet ist, wird auch bei Zahnstangen-Elektrolenkungen mit nur einer Druckstück/Ritzel-Paarung, wie z.B. beim Lenksäulenantrieb oder beim Ritzelantrieb eine Reduzierung des Verschleißes an der Ritzelverzahnung aufgrund der optimalen Führung der Zahnstange erreicht.

Von Vorteil ist es, wenn das Lager als Gleitlager ausgebildet ist.

In Versuchen hat sich herausgestellt, dass sich eine Ausbildung des Lagers zwischen der Zahnstange und dem Gehäuse als Gleitlager besonders gut für eine zuverlässige, dauerhafte und kostengünstige Führung der Zahnstange in dem Gehäuse eignet.

Erfindungsgemäß kann ferner vorgesehen sein, dass zwei Gleitlager zur Führung der Zahnstange in dem Gehäuse vorgesehen sind.

Eine Führung der Zahnstange in dem Gehäuse mittels zweier Gleitlager ermöglicht, wie sich in Versuchen ebenfalls herausgestellt hat, eine besonders geeignete Führung, die ein Verkippen der Zahnstange und somit das Auftreten von Geräuschen bzw. einen hohen Verschleiß der Ritzelverzahnung ausschließt.

In einer Weiterbildung der Erfindung kann ferner vorgesehen sein, dass das Druckstück im wesentlichen aus Kunststoff, vorzugsweise aus einem gleitmodifizierten Hochleistungskunststoff hergestellt ist.

Dadurch, dass das Druckstück im wesentlichen aus Kunststoff hergestellt ist, werden Geräusche zwischen dem Druckstück und dem das Druckstück umgebenden Gehäuseteil minimiert. Vorteilhaft ist es dabei, wenn das Druckstück aus einem gleitmodifizierten Hochleistungskunststoff wie Torlon 4301 spritzgußtechnisch gefertigt ist, der dieselbe thermische Längenausdehnung bewirkt, wie das verwendete Gehäusematerial.

Bewegungen des Druckstücks verlaufen im allgemeinen radial zur Zahnstange und resultieren aus Schlägen oder ähnlichen Einwirkungen auf die Zahnstange, die an das Druckstück entsprechend weitergegeben werden. Aufgrund der Ausgestaltung aus Kunststoff bzw. in vorteilhafter Weise aus einem gleitmodifizierten Kunststoff kann sich das Druckstück zu dem Gehäuseteil ohne störende Geräusche zu verursachen leicht bewegen. Eine Ausbildung des Druckstückes aus Kunststoff bzw. einem Hochleistungskunststoff ermöglicht außerdem, dass der bisher bei den Druckstücken aus Metall bzw. Aluminium notwendige O-Ring, der ein Eindringen von Staub,

Schmutz und dergleichen verhindern soll, entfallen kann. Durch den möglichen Entfall des O-Rings wird eine weitere Geräuschquelle eliminiert. Bisher bekannte Druckstücke haben, aufgrund der minimalen Anlagefläche des O-Rings am Gehäuse und dessen leichten Verformbarkeit, zum Kippen um den O-Ring geneigt. Indem der O-Ring nunmehr entfällt und das Druckstück stattdessen aus Kunststoff ausgebildet ist, wird ein Kippen und die damit verbundenen Geräusche verhindert.

Darüber hinaus kann die bisher notwendige Gleitfolie, die das Druckstück an seiner auf die Zahnstange gerichteten, konkav ausgebildeten Seite aufweist, entfallen. Somit vereinfacht sich zum einen das Handling beim Einbau des Druckstücks, da nur noch ein einziges Teil eingebaut werden muss. Zum anderen ist die Herstellung eines Druckstückes aus Kunststoff, verglichen mit den bisherigen Druckstücken aus Metall bzw. Aluminium in einfacher und kostengünstiger Weise möglich.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich auch den weiteren Unteransprüchen sowie aus dem nachfolgend anhand der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel.

Die einzige Figur der Zeichnung zeigt eine Zahnstangen-Elektrolenkung mit einem Gehäuse, einer in dem Gehäuse verlaufenden Zahnstange sowie zwei Druckstück/Ritzel-Paarungen, die mit der Zahnstange in Wirkverbindung stehen, wobei die Zahnstange mittels zweier Gleitlager in dem Gehäuse geführt ist.

Zahnstangen-Elektrolenkungen sind aus dem allgemeinen

Stand der Technik hinreichend bekannt und dienen im allgemeinen als Ersatz für ein hydraulisches System. Zahnstangen-Elektrolenkungen kommen im wesentlichen als Ritzelantrieb, als Doppelritzelantrieb oder als achsparalleler Antrieb vor. Je nach Variante greifen dabei ein oder zwei Ritzel in die Zahnstange ein.

Da Zahnstangen-Elektrolenkungen aus dem allgemeinen Stand der Technik bereits hinreichend bekannt sind, wird nachfolgend lediglich auf die für die Erfindung wesentlichen Merkmale näher eingegangen.

Die erfindungsgemäße Zahnstangen-Elektrolenkung eignet sich besonders für Kraftfahrzeuge, ist hierauf jedoch nicht beschränkt.

Das Ausführungsbeispiel zeigt einen Ausschnitt einer Zahnstangen-Elektrolenkung mit einem Gehäuse 1 in dem eine Zahnstange 2 verläuft. Die Zahnstange 2 steht dabei mit zwei Ritzeln 3a, 3b, denen jeweils ein Druckstück 4a, 4b zugeordnet ist in Wirkverbindung. Das Ritzel 3a ist im Ausführungsbeispiel in nicht dargestellter Weise mit einer Servoseite bzw. einem Elektromotor verbunden, während das Ritzel 3b mit der Sensorseite bzw. einer ebenfalls nicht dargestellten Lenksäule verbunden ist.

Zwischen der Zahnstange 2 und dem die Zahnstange 2 umgebenden zylinderförmigen Teil 1c des Gehäuses 1 sind zwei als Gleitlager 5 ausgebildete Lager angeordnet. Die Gleitlager 5 dienen dabei zur Führung der Zahnstange 2 in dem Gehäuse 1, wodurch diese Aufgabe nicht mehr von den Druckstücken 4a, 4b übernommen werden muss. Die Druckstücke 4a, 4b müssen



den muss. Die Druckstücke 4a, 4b müssen somit nur noch die Verzahnungskräfte aufnehmen. Von Vorteil ist es, wenn das Gehäuse 1, insbesondere der zylinderförmige Gehäuseteil 1c durchgehend gehont ist.

In dem Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass als Material zur Fertigung der Gleitlager 5 ein Kunststoff, vorzugsweise ein für hohe Temperaturen geeigneter Hochleistungskunststoff verwendet wird. Hierfür eignen sich in besonders bevorzugter Weise Hochleistungskunststoffe wie Solvay Torlon 4301 oder DuPont Vespel SP211. Eine spritzgusstechnische Herstellung der Gleitlager 5 hat sich als besonders geeignet herausgestellt. Zum Aufbringen der Gleitlager 5 auf die Zahnstange 2 ist im Ausführungsbeispiel eine nicht dargestellte Schlossgeometrie vorgesehen mittels derer die Gleitlager 5 nach Aufbringen auf die Zahnstange 2 geschlossen werden können. Die Schlossgeometrie kann beispielsweise der bei Dichtungsringen in Automatikgetrieben üblichen Schlossgeometrie nachempfunden sein.

In dem Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass die Gleitlager 5 jeweils möglichst nahe im Bereich des Ritzel 3a bzw. 3b angeordnet sind, da somit auftretende Geräusche in besonders vorteilhafter Weise zusätzlich gedämpft werden können. Darüber hinaus weisen die Gleitlager 5 somit einen besonders großen Abstand zueinander auf, wodurch eine besonders vorteilhafte Führung der Zahnstange 2 entsteht. Wenn die Möglichkeit besteht, können alternativ zu der Anordnung der Gleitlager 5 auf der Zahnstange 2 die Gleitlager 5 auch in den zylinderförmigen Teil 1c des Gehäuses 1 eingebracht sein.

Im Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass die Gleitlager 5 in einem verzahnungsfreien Bereich der Zahnstange 2 angeordnet sind, so dass ein Kontakt mit den Ritzeln 3a, 3b ausgeschlossen ist.

Um eine Geräuschentwicklung im Bereich der Druckstücke 4a, 4b zu unterdrücken, ist in dem Ausführungsbeispiel vorgesehen, dass zwischen dem Druckstück 4a, 4b und dem die Druckstücke 4a, 4b umgebenden Gehäuseteil 1a, 1b ein Gleitlager bzw. eine Gleitbuchse 6 eingesetzt ist, die den Kontaktbereich zwischen dem jeweiligen Druckstück 4a, 4b und den umgebenden Gehäuseteil 1a, 1b umfasst. Somit wird eine Geräuschentwicklung durch die Bewegung der Druckstücke 4a, 4b in Relation zu den Gehäuseteilen 1a, 1b reduziert bzw. vollständig ausgeschaltet.

Bei den bisher zum Stand der Technik bekannten Lösungen hat das aus Metall bzw. Aluminium gefertigte Druckstück 4a, 4b an den jeweiligen Gehäuseteilen 1a, 1b geschliffen, wodurch einerseits Geräusche entstanden sind und zum anderen ein entsprechender Verschleiß die Folge war. Vorgesehen war bislang lediglich der Einsatz eines O-Ringes zwischen dem jeweiligen Druckstück 4a, 4b und dem Gehäuseteil 1a, 1b durch das Staub und dergleichen abgehalten werden sollte. Dabei haben die Erfinder festgestellt, dass die aus dem Stand der Technik bekannten Druckstücke um den O-Ring kippen und diesen verformen, wodurch die bereits erwähnten Geräusche bzw. Verschleißerscheinungen entstehen. Durch den Einsatz einer Gleitbuchse 6 bzw. eines Gleitlagers werden diese Geräusche wirkungsvoll ver-

hindert. Wie sich aus dem Ausführungsbeispiel ergibt, erstreckt sich die dem jeweiligen Druckstück 4a bzw. 4b zugeordnete Gleitbuchse 6 über die ganze Breite des Druckstückes 4a bzw. 4b.

Die Gleitbuchse 6 bewirkt in vorteilhafter Weise eine Schallentkopplung der Bauteile sowie eine Reibungsminimierung.

In dem Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass die Gleitbuchse 6 im wesentlichen aus einem Kunststoff, vorzugsweise einem Hochleistungskunststoff hergestellt ist. Dabei kann der gleiche Hochleistungskunststoff eingesetzt werden, wie bei den bereits erwähnten Gleitlagern 5. Auch hierfür eignet sich in besonders vorteilhafter Weise eine spritzgusstechnische Herstellung.

In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass die Gleitbuchsen 6 in das Gehäuseteil 1a, 1b eingesetzt sind.

Alternativ zu den Gleitlagern 5 bzw. den Gleitbuchsen 6 ist auch der Einsatz von bekannten und für den Fachmann naheliegenden Lagern bzw. Lagerbuchsen möglich.

In einer nicht dargestellten Variante der erfindungsgemäßen Lösung kann vorgesehen sein, dass die Druckstücke 4a, 4b im wesentlichen aus Kunststoff, vorzugsweise aus einem Hochleistungskunststoff hergestellt sind. Hierfür eignet sich der hinsichtlich der Gleitlager 5 bereits beschriebene Hochleistungskunststoff. Vorteilhaft ist es dabei, wenn der Hochleis-

tungskunststoff gleitmodifiziert ist, wie z.B. der Torlon 4301. Von Vorteil bei dieser Variante, in der die Druckstücke 4a, 4b im wesentlichen aus Kunststoff bestehen, ist, dass sowohl der beim bisherigen Stand der Technik notwendige O-Ring als auch die Gleitfolie zur Zahnstange 2 entfallen kann. Die notwendige Gleitfähigkeit wird durch das Druckstück 4a, 4b aufgrund der Ausbildung aus Kunststoff sichergestellt. Entfallen kann, im Vergleich zu dem Ausführungsbeispiel, auch die Gleitbuchse 6. Eine Ausbildung der Druckstücke 4a, 4b aus Kunststoff ermöglicht es, dass nur noch ein einziges Teil eingebaut werden muss.

Die erfindungsgemäße Lösung eignet sich nicht nur für die im Ausführungsbeispiel dargestellte Zahnstangen-Elektrolenkungen. Vielmehr können alle bekannten Zahnstangen-Elektrolenkungen mit der erfindungsgemäßen Lösung versehen werden. Dabei kann in einer einfachen Ausgestaltung auch nur ein Gleitlager 5 bzw. allgemein ein Lager zur Führung der Zahnstange in dem Gehäuse eingesetzt werden.

ZF Lenksysteme GmbH  
Schwäbisch Gmünd

ZFL 5859P/DE  
18.11.2002 LR/EL

Patentansprüche

1. Zahnstangen-Elektrolenkung, insbesondere für Kraftfahrzeuge mit einer in einem Gehäuse verlaufenden Zahnstange, die mit einer Druckstück/Ritzel-Paarung in Wirkverbindung steht, dadurch gekennzeichnet, dass zur Führung der Zahnstange (2) wenigstens ein Lager (5) zwischen der Zahnstange (2) und dem Gehäuse (1) vorgesehen ist.
2. Zahnstangen-Elektrolenkung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Lager als Gleitlager (5) ausgebildet ist.
3. Zahnstangen-Elektrolenkung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Gleitlager (5) auf der Zahnstange (2) angeordnet ist.
4. Zahnstangen-Elektrolenkung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Gleitlager (5) zur Führung der Zahnstange (2) in dem Gehäuse (1) vorgesehen sind.
5. Zahnstangen-Elektrolenkung nach einem der Ansprü-

che 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
zwei Ritzel (3a bzw. 3b) mit jeweils einem zugeordneten Druckstücken (4a bzw. 4b) vorgesehen sind, wobei ein Ritzel (3a) mit der Servoseite und ein Ritzel (3b) mit der Sensorseite bzw. der Lenksäule in Verbindung steht.

6. Zahnstangen-Elektrolenkung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das Gehäuse (1), insbesondere ein zylindrischer Gehäuseteil (1c), durchgehend gehont ist.
7. Zahnstangen-Elektrolenkung nach einem der Ansprüche 2 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das Gleitlager (5) im wesentlichen aus Kunststoff, vorzugsweise einem für hohe Temperaturen geeigneten Hochleistungskunststoff, ausgebildet ist.
8. Zahnstangen-Elektrolenkung nach Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das Gleitlager (5) spritzgusstechnisch hergestellt ist.
9. Zahnstangen-Elektrolenkung nach einem der Ansprüche 2 bis 8,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das Gleitlager (5) über eine Schlossgeometrie schließbar ist.
10. Zahnstangen-Elektrolenkung nach einem der Ansprü-

che 1 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
zwischen dem Druckstück (4a bzw. 4b) und dem das  
Druckstück (4a bzw. 4b) umgebenden Gehäuseteil (1a  
bzw. 1b) ein den Kontaktbereich im wesentlichen  
abdeckendes Gleitlager bzw. eine Gleitbuchse (6)  
eingesetzt ist.

11. Zahnstangen-Elektrolenkung nach Anspruch 10,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das Gleitlager bzw. die Gleitbuchse (6) in das Ge-  
häuseteil (1a bzw. 1b) eingesetzt ist.
12. Zahnstangen-Elektrolenkung nach Anspruch 10 oder  
11,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das Gleitlager (6) im wesentlichen aus Kunststoff,  
vorzugsweise aus einem Hochleistungskunststoff  
ausgebildet ist.
13. Zahnstangen-Elektrolenkung nach Ansprüche 1 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das Druckstück (4a bzw. 4b) im wesentlichen aus  
Kunststoff hergestellt ist.
14. Zahnstangen-Elektrolenkung nach Anspruch 13,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das Druckstück (4a bzw. 4b) aus einem gleitmodifi-  
zierten Hochleistungskunststoff, vorzugsweise  
spritzgußtechnisch, hergestellt ist.

ZF Lenksysteme  
Schwäbisch Gmünd

ZFL 5859P/DE  
18.11.2002 LR/EL

### Zusammenfassung

Eine Zahnstangen-Elektrolenkung, insbesondere für Kraftfahrzeuge weist eine in einem Gehäuse verlaufende Zahnstange auf, die mit einer Druckstück/Ritzel-Paarung in Wirkverbindung steht. Zur Führung der Zahnstange ist wenigstens ein Lager zwischen der Zahnstange und dem Gehäuse vorgesehen.

Fig. 1



Bezugszeichen

- 1 Gehäuse
- 1a Gehäuseteil (Druckstück 4a)
- 1b Gehäuseteil (Druckstück 4b)
- 1c zylinderförmiges Gehäuseteil
- 2 Zahnstange
- 3a Ritzel
- 3b Ritzel
- 4a Druckstück
- 4b Druckstück
- 5 Lager, Gleitlager (Zahnstange-Gehäuse)
- 6 Gleitlager, Gleitbuchse (Druckstück-Gehäuseteil)

Fig. 1

